植 物 分 类 学 报 33(3):221—224(1995)
Acta Phytotaxonomica Sinica

濒危植物——长喙毛茛泽泻的雌雄配子体发育*

田惠桥　陈家宽　郭友好
(武汉大学生物系,武汉 430072)

THE DEVELOPMENT OF MALE AND FEMALE GAMETOPHYTE IN AN ENDANGERED PLANT——*RANALISMA ROSTRATUM* STAPF (ALISMATACEAE)

Tian Hui-qiao　Chen Jia-kuan　Guo You-hao
(*Department of Biology, Wuhan University*, Wuhan 430072)

Abstract *Ranalisma rostratum* Stapf is a rare and endangered species. This paper deals with the development of its male and female gametophytes and probes the relationship between the process of reproduction and the cause which made this species endangered. The meiosis of microspore mother cells is successive cytokinesis and the microspore tetrads are isobilateral. Pollen grains are 3-celled when shed. The ovule is anatropous, bitegmic and tenuinucellate. The micropylar dyad cell usually degenerates soon after its formation, and the chalazal dyad cell develops into a Allium type embryo sac. During the development of embryo sac both polar nuclei are respectively located at the two ends of central cell, and they maintain this situation until the micropylar polar nucleus takes part in fertilization. Features of the embryo sac of *Ranalisma rostratum* Stapf are discussed.

Key words *Ranalisma rostratum*; gametophytic development; Endangered plant

摘要 长喙毛茛泽泻 *Ranalisma rostratum* Stapf 小孢子母细胞的减数分裂过程为连续型,四分体为左右对称型。成熟花粉为三胞花粉。花药绒毡层为变形绒毡层。雌蕊由多数单室子房构成,每子房中含一具双珠被、薄珠心的倒生胚珠。胚囊发育为葱型。成熟胚囊中三个反足细胞退化;二个极核分别位于中央细胞的两端,其体积相差明显。这种极核分布可能与反足细胞过早退化有关。

关键词 长喙毛茛泽泻;配子体发育;濒危植物

长喙毛茛泽泻隶属于泽泻科 Alismataceae、毛茛泽泻属 *Ranalisma*,是单子叶植物中较

---

* 国家自然科学基金委重大项目“中国主要濒危植物保护生物学研究”资助课题,项目编号 39391500。
陈中义同志提供实验材料,特此致谢。
1994-07-05 收稿。

原始的一种植物，其营养体结构兼具一些双子叶植物的特征，因而在研究被子植物的系统发育和演化方面具有特殊价值。该植物分布范围小，仅零星见于我国浙江、江西和湖南诸省的极少几处和东南亚地区的少数沼泽地带，加上近年来其生境所经历的剧烈变化，致使该种植物濒临绝灭（王建波，1993）。有关长喙毛茛泽泻的生殖生物学特性迄今尚无详细的研究。本研究旨在了解这种植物的生殖特征与系统发育之间的关系，并为探讨其致濒机制提供参考意见。

1 材料与方法

供试材料是在江西东乡新发现的长喙毛茛泽泻 *Ranalisma rostratum* Stapf，将其从野外移栽到环境相似的试验地中。取开花前各个发育时期的花蕾，用乙醇∶醋酸（3∶1）液固定，保存于70%乙醇中。幼花和较大子房用爱氏苏木精染色后制成厚7—8 μm 的石蜡切片，进行显微观察和摄影。

2 观察结果

2.1 雄配子体发育

长喙毛茛泽泻的花药含4个药室。在早期花药雏体的4个角隅处，一些细胞的核开始变大并分化成孢原细胞。孢原细胞经过几次分裂，分化出花药的药壁结构和花粉母细胞，以后随着花药的进一步发育，逐步形成4个药室腔，其中所含花粉母细胞之间的空隙也相应增大。

花粉母细胞的减数分裂过程为连续型，在减数第一次分裂后即产生壁形成二分体。大多数二分体在减数第二次分裂后，形成了左右对称形的四分体，也可看到极少数四面体形成交叉形四分体。以后4个细胞分离形成游离的小孢子。初期的小孢子核比较大，位于细胞的中央，细胞中无液泡。以后随着大液泡的出现，小孢子核被挤到细胞边缘区域，此时为小孢子发育的后期。小孢子第一次有丝分裂的结果形成一个由靠壁的小生殖细胞和占据花粉大部分体积的营养细胞组成的二胞花粉。以后，随着中央大液泡分解成许多小液泡，生殖细胞移入营养细胞的内部，整个生殖细胞的体积与营养核体积相近。生殖细胞在营养细胞中进行一次有丝分裂，形成2个精子细胞，构成三胞花粉。精细胞外形呈梭形，一直位于营养细胞核的周围。随着三胞花粉中小液泡的逐渐消失和营养细胞的细胞质染色变深，2个精子细胞对营养核呈一种包围状态（图版1:8），并保持到开花。当花粉管萌发时，营养细胞的细胞核先于2个精子进入花粉管中。

从2个开花时带花药的雌蕊切片上发现，长喙毛茛泽泻的花粉在花药中即可萌发长出花粉管，图版1:10示开花时一朵小花中的花药和雌蕊状态，处于雌蕊上方花药中的花粉还未落到柱头上即已萌发长出花粉管，在花药下面子房的表面也附有一些花粉管。这一现象值得深入研究。

长喙毛茛泽泻花药的药壁组织由4层细胞组成：最外面的表皮细胞和紧靠表皮的纤维层细胞可一直保留到花粉成熟。靠近纤维层的中层细胞以及最内层的绒毡层细胞则很早退化。花药绒毡层为变形绒毡层，在花粉四分体离散为4个小孢子后，绒毡层细胞的原生质体开始向花药腔中突出。到小孢子单核靠边期时，绒毡层细胞的原生质体已完全移到

花药腔小孢子之间的空隙中,以后逐渐消失。

与雌配子体的发育进度相比,雄配子体的发育进度要早得多,在小孢子发育的后期(单核靠边期)时,雌蕊还处在大孢子母细胞时期。当胚囊开始分化卵器细胞时,雄配子体已发育到三胞花粉时期。

2.2　雌配子体发育

长喙毛茛泽泻的雌蕊群由数十个离生心皮组成,具单室子房,基生胎座。在幼小子房内部的基部,有一些细胞形成胚珠原基。当胚珠形成珠被原基时,珠心表皮下的一个细胞体积增大,分化为孢原细胞,进而发育成大孢子母细胞(图版 1:13)。由于珠柄的不平衡生长,成熟胚珠为倒生型。从切片上看,远离珠柄一端具有 2 层珠被,而靠近珠柄一端则只有单珠被,外珠被没有完全发育(图版 2:31)。因而仅由内珠被形成了珠孔。

胚囊发育为葱型。由孢原细胞直接发育而来的大孢子母细胞减数第一次分裂后即产生壁形成二分体。二分体靠近珠孔端的细胞很快退化,仅由靠近合点端的那个细胞连续进行 3 次分裂,形成八核胚囊,在胚囊珠孔端和合点端各有 4 个核。以后,胚囊开始出现形态分化:合点端的 4 个核中,3 个分化成反足细胞,第四个核则分化成中央细胞的极核(合点端)。珠孔端的 4 个核分别分化成为 1 个卵细胞核,2 个助细胞和 1 个极核(珠孔端)。往后,组成胚囊的 4 种细胞都发生一些形态上的变化:合点端的 3 个反足细胞很快退化,到开花时,仅剩下反足细胞的残迹。2 个助细胞体积很小,细胞核被挤到珠孔端,合点端由一大液泡占据。卵细胞体积也较小,细胞核被挤到合点端,大部分卵细胞的内部空间被一大液泡占据。两个极核的体积相似,但随着胚囊的成熟,珠孔极核的体积明显大于合点极核(图版 2:32)。另外,中央细胞的两个极核形成后即分别位于细胞的珠孔端和合点端,并一直保持到珠孔极核受精。

开花两天时,在同一朵花的大多数胚囊内已形成了二孢原胚。

3　讨论

根据我们观察的结果,长喙毛茛泽泻的成熟花粉为三胞型花粉,胚囊为葱型,这与对泽泻科中其他植物雌雄配子体的描述基本相同。(Davis, 1966)。不同之处在于长喙毛茛泽泻的胚囊是七胞八核结构,即二核胚囊合点端的核经 2 次分裂形成 4 个核,再分化为 3 个反足细胞和 1 个合点极核。而在泽泻科的其他植物中,通常二核胚囊中合点端的核只分裂一次,形成六核胚囊,最后仅形成 1 个反足细胞(Davis, 1966)。另外,长喙毛茛泽泻的中央细胞的两个极核并不融合成次生核,这也不同于泽泻科中其他植物的中央细胞的状态(Davis, 1966)。

大多数被子植物的中央细胞具有两个极核,它们的体积相似。开花前,两个极核常以两种方式存在:融合成次生核;或不发生融合但处于紧紧相靠的状态,直到受精时发生三核融合。两个极核的位置通常位于中央细胞的珠孔端,与卵器紧靠;或者位于中央细胞的近中央部分,由一条显著的细胞质索将其和卵器联系起来。(Willemse, 1984; 胡适宜, 1982; Bhojwani, 1979; Maheshwari, 1950)。在长喙毛茛泽泻的中央细胞中,两个极核大小不等,而且始终位于中央细胞的两端;这种现象是非常罕见的,这种状态显然是不利于极核迅速完成受精过程的。但从另一方面看,在它的雌配子体发育过程中,3 个反足细胞

很早就退化，而胚囊合点端又是距珠柄维管组织最近的地方，是胚囊营养物质来源的主要方向。因此在反足细胞很快退化的情况下，合点极核可能具有指挥其周围细胞质从附近珠心组织中吸收营养物质的功能，起着反足细胞的作用。

根据我们的初步观察，长喙毛茛泽泻的雌雄配子体发育过程均很正常，与导致该种植物濒危的原因没有内在联系。

参 考 文 献

王建波，汪小凡，陈家宽．1993．长喙毛茛泽泻繁殖特征的初步研究．武汉大学学报(自然科学版)，**1993** (6)：130—132

胡适宜，1982．被子植物胚胎学．北京：高等教育出版社，82—100

Bhojwani S S, Bhatnagar S P, 1979. The Embryology of Angiosperms. 3rd ed. New Delhi: Vikas Publ House, 68—87

Davis G L, 1966. Systematic Embryology of the Angiosperms. New York: Wiley, 37—38

Maheshwari P, 1950. An Introduction to the Embryology of Angiosperms. New York: McGraw-Hill, 84—153

Willemse M T M, Van Went J L, 1984. The Female Gametophyte. In: Johri B M ed. Embryology of Angiosperms. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer-Verlag, 160—196

图版说明 Explanation of Plates

除图9放大26倍、图10放大65倍外，其余照片放大660倍。按照自然状态，所有胚珠照片均按珠孔端朝下方向排列。

图版1 1. 小孢子；2. 处于有丝分裂中的小孢子；3. 早期的二胞花粉；4. 晚期的二胞花粉；5—6. 二胞花粉中生殖细胞分裂；7—8. 三胞花粉；9. 小花的形态结构；10. 花粉在花药中萌发；11—12. 萌发花粉的花粉管；13. 大孢子母细胞；14—17. 处于减数分裂 I 的大孢子母细胞；18. 二分体中合点端的细胞核分裂为两个核；19—20. 二分体中珠孔端的细胞退化。

图版2 21. 二核胚囊；22. 四核胚囊；23. 八核胚囊；24. 胚囊细胞分化后的幼小卵器；25. 两个成熟助细胞；26. 胚囊珠孔端的卵器及极核；27—28. 胚囊珠孔端的卵细胞、一个助细胞和极核；29. 开花两天时未受精胚囊珠孔端，极核仍位于卵器附近；30. 开花时的胚囊，示合点端三个退化反足细胞残迹；31. 胚囊细胞分化后，两个极核位于胚囊的两端；32. 即将开花时的胚囊中，两个极核仍位于胚囊的两端。

All of the figures were enlarged 660 times except figure 9 enlarged 26 times and figure 10 enlarged 65 times. According to natural status, all of the figures of ovules were oriented with the micropylar and downwards.

Plate 1 1. Pollens with the nuclei displaced to one side; 2. Microspore in mitosis; 3. A 2-celled pollen in early stage; 4. A 2-celled pollen in later stage; 5—6. The division of generative cell; 7—8. A 3-celled pollen; 9. The longitudial section of a flower; 10. Pollen grains germinating in anther; 11—12. A germinating pollen grain of fig. 10; 13. A megasporocyte; 14—17. The megasporocyte in different stages of meiosis I; 18. The chalazal cell of dyad formed into two nuclei; 19—20. The degeneration of the micropylar cell of dyad.

Plate 2 21. A 2-nucleate embryo sac; 22. A 4-nucleate embryo sac; 23. A 8-nucleate embryo sac; 24. A young egg apparatus after cellularisation of embryo sac; 25. Two mature synergids; 26. An egg apparatus and micropylar polar nucleus at the micropylar end of an embryo sac. 27—28. An egg cell, a synergid and the microphylar polar nucleus at the micropylar end of an embryo sac; 29. An unfertilized embryo sac on the 2nd day after bloom, showing micropylar polar nucleus also locating in sute; 30. Three degenerated antipodal cells in a mature embryo sac; 31. Two polar nuclei locating at both ends of an embryo sac after cellularisation; 32. Two polar nuclei locating at both ends of a mature embryo sac.

1 2 3 4

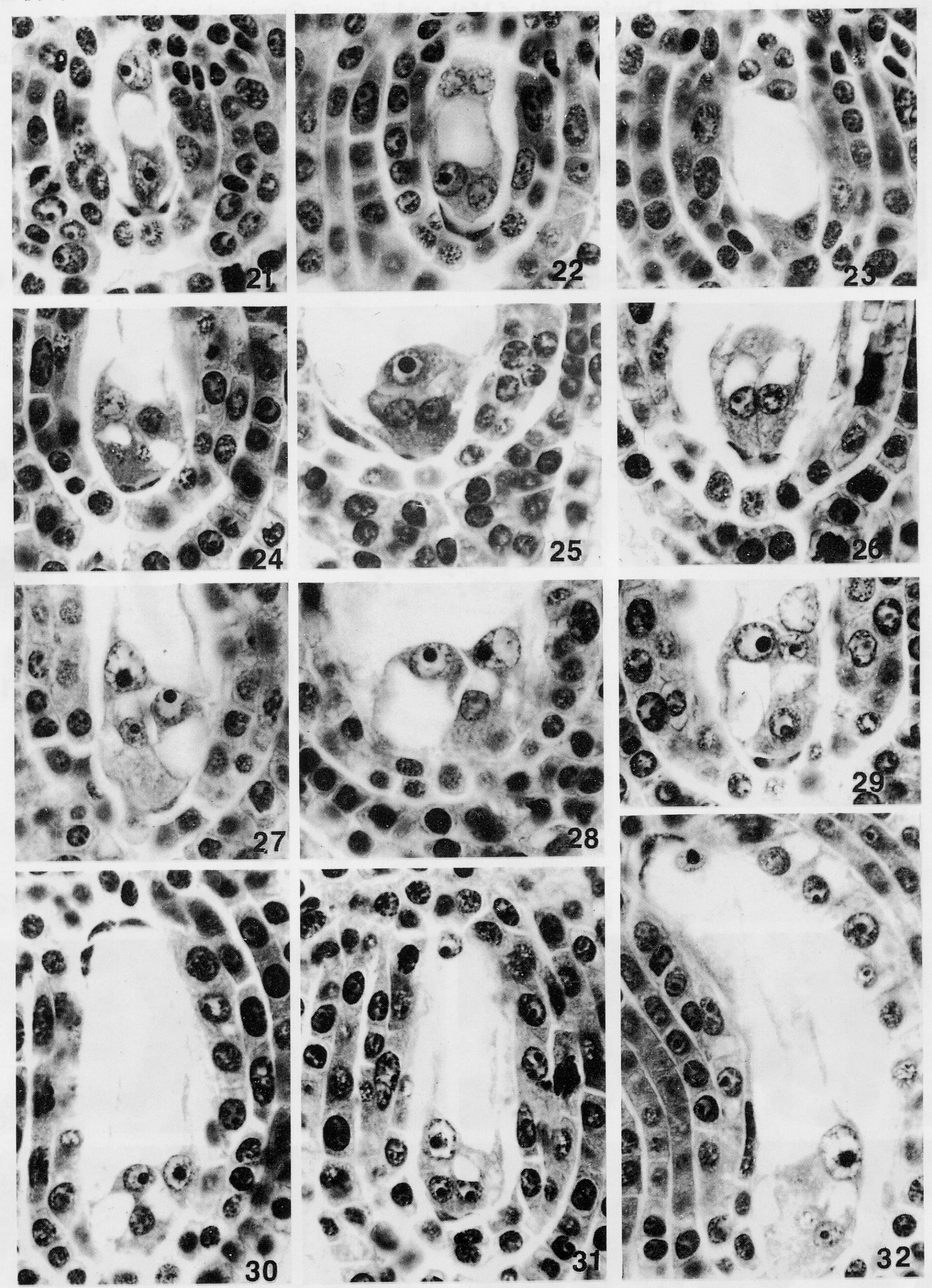
5 6 7 8

9 10 11 12

13 14 15 16

17 18 19 20

See explanation at the end of text



See explanation at the end of text